

特開平7-321351

(43) 公開日 平成7年(1995)12月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

序内整理番号

FI

技術表示箇所

H01L 31/04

H01L 31/04

M

H

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全9頁)

(21) 出願番号 特願平6-105249

(22) 出願日 平成6年(1994)5月19日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 竹山 祥史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 高田 健司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 都築 幸司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 福森 久夫

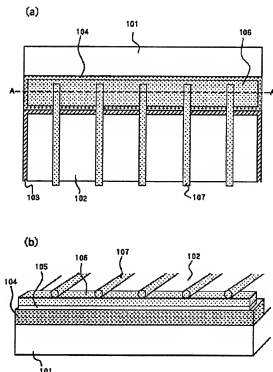
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光起電力素子の電極構造及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 光起電力素子を作製する際の作業工程において、導電性接着剤の塗布および硬化作業を削減し、低コストでかつ信頼性の高い光起電力素子を提供する。

【構成】 太陽光によって起電力を発生する光起電力素子と、該光起電力素子の有効面において該光起電力素子から発生する電力を集電すべく配置された線状の金属体と、該線状の金属体からの電力を集約して該光起電力素子の外に導出するための導体とを少なくとも有する光起電力素子の電極構造において、該線状の金属体と該導体とが、該線状の金属体に予め全長にわたって塗布された導電性接着剤を用いて固定されている。該光起電力素子の電極構造の製造方法において、該線状の金属体に予め全長にわたって前記導電性接着剤を塗布する工程と、該線状の金属体を該導体に前記導電性接着剤を用いて固定する工程とを少なくとも有する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 太陽光によって起電力を発生する光起電力素子と、該光起電力素子の有効面にあって該光起電力素子から発生する電力を集電すべく配置された線状の金属体と、該線状の金属体からの電力を集約して該光起電力素子の外に導出するための導体とを少なくともも有する光起電力素子の電極構造において、該線状の金属体と該導体とが、該線状の金属体に予め全長にわたって塗布された導電性接着剤を用いて固定されていることを特徴とする光起電力素子の電極構造。

【請求項2】 前記線状の金属体が、銅、銀、金、ニッケル、アルミのうち少なくとも一つの素材からなることを特徴とする請求項1に記載の光起電力素子の電極構造。

【請求項3】 前記導電性接着剤が、ホットメルト性樹脂からなることを特徴とする請求項1に記載の光起電力素子の電極構造。

【請求項4】 前記導電性接着剤が、熱硬化性樹脂からなることを特徴とする請求項1に記載の光起電力素子の電極構造。

【請求項5】 前記導体が、銅、銀、金、アルミ、鉛、錫のうち少なくとも一つの素材からなることを特徴とする請求項1に記載の光起電力素子の電極構造。

【請求項6】 太陽光によって起電力を発生する光起電力素子と、該光起電力素子の有効面にあって該光起電力素子から発生する電力を集電すべく配置された線状の金属体と、該線状の金属体からの電力を集約して該光起電力素子の外に導出するための導体とを少なくともも有する光起電力素子の電極構造の製造方法において、該線状の金属体に予め全長にわたって前記導電性接着剤を塗布する工程と、該線状の金属体を該導体に前記導電性接着剤を用いて固定する工程とを少なくともも有することを特徴とする光起電力素子の電極構造の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、太陽電池などに用いられる光起電力素子の電極構造、及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、温室効果すなわちCO<sub>2</sub>の増加による地球の温暖化が問題となっており、CO<sub>2</sub>を排出しないクリーンなエネルギー源開発への要求がますます高まっている。

【0003】 地球の温暖化の原因とならないエネルギー源の一つである原子力発電では、放射性廃棄物の問題が解決されておらず、より安全性の高いクリーンなエネルギー源が望まれている。

【0004】 将来期待されているクリーンなエネルギー源の中でも、太陽電池はそのクリーンさと安全性と取扱い易さという面から非常に注目されている。

2

【0005】 特に各種太陽電池の中でも、アモルファスシリコン太陽電池は、変換効率こそ結晶系の太陽電池に及ばないものの、大面積化が容易であること、光吸収係数が大きいこと、薄膜で動作が可能なことなど、結晶系太陽電池にはない優れた特徴をもっているため、将来が有望視されている太陽電池の一つである。

【0006】 図5は、従来の光起電力素子モジュールすなわち太陽電池モジュールの概略図である。図5(a)は集電電極を形成する工程、図5(b)は、図5(a)におけるX-X'部分の断面図である。

【0007】 図5に示した太陽電池素子500は、基体501の表面上に下部電極層502を、下部電極層502の表面上に半導体層503を、半導体層503の表面上に上部電極層504を順次積層して作製した。

【0008】 これらの太陽電池素子では、上部電極層と下部電極層の電気的分離を完全におこなうために、上部電極層の一部(505)を取り除いた後、上部電極層の表面上に上部電極504の収集電極である集電電極506が作製される(図5(a)-①)。この集電電極506の作製方法としては、導電性ペースト材料をスクリーン印刷により電極形成面に付着させ、それを加熱硬化させる手法が一般的によく使用されている。現在この方法により、線幅100〜150μm、厚み10〜20μmのものが量産レベルに達している。導電性ペースト材料も多岐にわたっており、一般に高温処理を嫌うアモルファスシリコン太陽電池では、ポリエチレン系、エポキシ系、フェノール系等の硬化性樹脂に、例えば銀や銅の微粒子を半分散させたポリマーペーストがよく用いられる。

【0009】 次に、集電電極506のさらなる収集電極であるバスバー電極507が、集電電極506上に載置される(図5(a)-②)。その後、集電電極506とバスバー電極507との交差部分は、導電性接着剤508にてスポット状に塗布した後、熱風乾燥炉にて硬化させる(図5(a)-③)。このように集電電極506とバスバー電極507を電気的に導電性によって接続することにより、上部電極層504からの引き出し電極が作製される。

【0010】 また、バスバー電極507と基体との電気的分離を確実にするために、太陽電池素子500の端部とバスバー電極507との間には、絶縁テープ509が設けられる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】 従来の技術で示した作製方法では、集電電極を形成した後に、次の3工程が必要である。

【0012】 ①バスバー電極を所定の位置に位置合わせする工程。

【0013】 ②バスバー電極を固定したまま、導電性接着剤を所定の位置にスポット状に塗布する工程。

3

【0014】③導電性接着剤を熱風乾燥炉もしくはIRオーブンで加熱硬化させる工程。

【0015】これらの工程には、作業数が多く、かつ作業時間も長い、量産ライン化が難しいという課題があった。

【0016】図5で示したような場合、すなわち光起電力素子の面積が小さく集電電極の本数が少ない場合には、スポット状に塗布する箇所も少ないのでさほど問題とはならない。しかし、大面積の光起電力素子を作製する場合には、集電電極の本数も多くなり、バスバー電極も1本とは限らず、数本使用する必要性が生じてくる。このような場合には、電気的な接続を必要とする箇所は増加し、それに比例して作業時間は長くなるため、生産性という面から好ましくなかった。

【0017】本発明の目的は、集電電極と取り出し電極との接続において、電気特性は従来の導電性接着剤を使用した場合と同程度を維持したまま、従来より簡易な接続工程を確立することで、量産ライン化のしやすい光起電力素子の電極構造、及びその製造方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の光起電力素子の電極構造は、太陽光によって起電力を発生する光起電力素子と、該光起電力素子の有効面にあって該光起電力素子から発生する電力を集電すべく配置された線状の金属体と、該線状の金属体からの電力を集約して該光起電力素子の外に導出するための導体とを少なくとも有する光起電力素子の電極構造において、該線状の金属体と該導体とが、該線状の金属体に予め全長にわたって塗布された導電性接着剤を用いて固定されていることを特徴とする。

【0019】本発明の光起電力素子の電極構造の製造方法は、太陽光によって起電力を発生する光起電力素子と、該光起電力素子の有効面にあって該光起電力素子から発生する電力を集電すべく配置された線状の金属体と、該線状の金属体からの電力を集約して該光起電力素子の外に導出するための導体とを少なくとも有する光起電力素子の電極構造の製造方法において、該線状の金属体に予め全長にわたって前記導電性接着剤を塗布する工程と、該線状の金属体を該導体に前記導電性接着剤を用いて固定する工程とを少なくとも有することを特徴とする。

【0020】

【作用】本発明では、集電電極として用いる線状の金属体の表面に、オフラインで、導電性接着剤を全長にわたって塗布し乾燥させて予め用意したため、それら線状の金属体を電極形成面に配置して硬化させるとき、外部出力用の導体も前記の導電性接着剤を用いて同時に固定することが可能となる。その結果、従来の集電電極と外部取り出し用電極とを接続する際、必要であった導電性接

4

着剤のスポット状塗布および硬化作業が全て割愛できるため、作業工程を減らすことが可能となる。

【0021】また、従来の集電電極の作製（導電性ペーストの印刷、硬化）に要する時間とほぼ同じ時間で外部取り出し用電極まで作製することができてしまうので、作業時間の大幅短縮が可能となる。

【0022】

【実施態様例】以下に本発明の実施態様例を説明する。

【0023】（線状の金属体）本発明に用いられる線状の金属体は、電流のバス部分として用いられることから、抵抗による損失を最小限に抑えることの可能な、体積抵抗率の低い金属材料が望ましく、例えば金、銀、銅、ニッケル、アルミニウム等が好適に用いられる。

【0024】線状の金属体の断面形状は円形であっても角型であってもよく所望に応じて適宜選択される。前記線状の金属体の直径は、電気抵抗ロスとシャドーロスの和が最小となるように選択されるが、例えばエナメル線の直径25μmから200μmの銅線を採用することで効率のよい太陽電池が得られる。

【0025】（導体）外部取り出し用電極として用いられる導体は、上記線状の金属体と同様の観点から、例えば金、銀、銅、銀、鉛、ニッケル等の金属を用いることができるが、これに限定されることはなく、銀メッキ銅、半田メッキ銅等のメッキした金属を用いても構わない。また、その形状についても特に限定はなく、線状でも箔状でも構わない。

【0026】（導電性接着剤）導電性接着剤の必要条件は、その比抵抗が太陽電池によって発生する電流を集電するのに無視しうる値であり、かつ、シャントを生じない程度の適度な値を持っていることである。導電性接着剤の比抵抗値としては、例えば0.1Ωcm〜100Ωcm程度が好ましい。0.1Ωcm以下の場合にはシャントが生じやすくなり、100Ωcm以上の場合には電気抵抗ロスが大きくなるためである。このような抵抗値を有する導電性接着剤は、導電性粒子を高分子樹脂に分散することにより得られる。導電性粒子の材料としては、例えばグラファイト、カーボンブラックなどやIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、SnO<sub>2</sub>、ITO、ZnO及び前記材料に適当なドーパントを添加した酸化物半導体材料等が好適に用いられる。

【0027】さらに導電性接着剤としては、線状の金属体を太陽電池の電極形成面及び外部取り出し用の導体に接着固定する機能を有することが必要である。また、導電性接着剤は、線状の金属体に接して設けられるため、前記線状の金属体への湿度の浸透を防ぐ機能とともに、前記線状の金属体からの金属イオンマイグレーションを防ぐ機能を有する必要がある。以上の理由から、高分子樹脂としては接着力が強く、透湿性の少ない樹脂が好適に用いられる。このような樹脂としては、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂がある。熱硬化性樹脂の場合、例えばエ

5

ボキシ、ウレタン、ブチラール、フッ素樹脂あるいはこれらを変性した樹脂などが用いられる。熱可塑性樹脂の場合、例えばアクリル、スチレンなどが用いられる。

【0028】上記の導電性接着剤は、所望の比抵抗を得るため、前記導電性粒子と前記高分子樹脂とを好適な比率で混合して作られる。しかし、導電性粒子が多すぎると比抵抗は低くなるが、樹脂が少なくなるため接着性の機能は低下してしまい好ましくない。また、樹脂を増加すると接着性は向上するが、導電性粒子どうしの接触が不良となって高抵抗化してしまい不具合となる。従って、導電性粒子を高分子樹脂に分散する比率は、各物性値により適宜選択されるものである。

【0029】具体的には導電性粒子が5体積%から95体積%程度とすることで良好な比抵抗と良好な接着力が得られる。両者の混合に関しては、3本ロールミルやベントシューカー等の通常の分散方法を用いることができる。分散を良好にするために所望に応じて分散剤やカップリング剤を添加してもよい。分散時あるいは分散後に、導電性接着剤の粘度調整のために適当な溶剤で希釈してもよい。

【0030】線状の金属体に導電性接着剤を塗布する方法としては、通常のエナメル線の皮膜形成方法が好適に用いることができる。例えば、前記導電性接着剤を適当な粘度となるように溶剤で希釈し、前記線状の金属体にロールコーターなどを用いて皮膜を形成し、所望の皮膜厚みを得るためにダイスを通過させて、その後赤外線加熱等で乾燥させることにより、導電性接着剤を塗布した線状の金属体は得られる。

【0031】また、上記の導電性接着剤を塗布した線状の金属体を、太陽電池の電極形成面及び外部取り出し用の導体に接着する方法としては、一般的に次の2法が使用される。ポットメルト樹脂の場合には、通常熱により軟化させて接着させるが、接着時には適度な圧力を加えてもよい。また、熱硬化性樹脂の場合には、皮膜形成の際には硬化反応をさせずに、溶剤の乾燥のみを行って、接着時に加熱することにより硬化させてもよい。

【0032】(光起電力素子) 本発明で用いられる光起電力素子(図2)は、可撓性を有することが望まれるアモルファスシリコン系太陽電池に好適に適用できるものである。しかし、同様の構成は、アモルファス系以外の、単結晶シリコン系、多結晶シリコン系あるいはシリコン以外の半導体を用いた太陽電池、ショットキー接合型の太陽電池においても適用可能である。

【0033】(基体) 基体201はアモルファスシリコンのような薄膜の太陽電池の場合に、半導体層を機械的に支持する部材であり、かつ電極としても使われる。従って、基体201は、半導体層203を成膜する時の加熱温度に耐える耐熱性が要求されるが導電性のものでも電気絶縁性のものでもよい。

【0034】導電性の材料としては、例えばFe、N

6

1、Cr、Al、Mo、Au、Nb、Ta、V、Ti、Pt、Pb等の金属またはこれらの合金、例えば真ちゅう、ステンレス鋼等の導板及びその複合体やカーボンシート、重鉛メッキ鋼板が挙げられる。また、電気絶縁性材料としては、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、エポキシ等の耐熱性合成樹脂のフィルムまたはシートまたはこれらとガラスファイバー、カーボンファイバー、ほう素ファイバー、金属繊維等との複合体、及びこれらの金属の導板、樹脂シート等の表面に異種材質の金属薄膜及び/または $SiO_2$ 、 $Si_3N_4$ 、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 等の絶縁性薄膜をスパッタ法、蒸着法、鍍金法等により表面コーティング処理を行ったものおよび、ガラス、セラミックス等が挙げられる。

【0035】(下部電極) 下部電極202は、半導体層で発生した電力を取り出すための一方の電極であり、半導体層に対してはオーミックコンタクトとなるような仕事関数を持つことが要求される。材料としては、例えばAl、Ag、Pt、Au、Ni、Ti、Mo、Fe、V、Cr、Cu、ステンレス、真ちゅう、ニクロム、 $SnO_2$ 、 $In_2O_3$ 、 $ZnO$ 、ITO等のいわゆる金属単体または合金、及び透明導電性酸化化合物(TCO)等が用いられる。下部電極202の表面は平滑であることが好ましく、光の乱反射を起こさる場合には、その表面にテクスチャー処理をしてもよい。また、基体201が導電性であるときは下部電極202は特に設ける必要はない。

【0036】下部電極の作製方法は、例えばメッキ、蒸着、スパッタ等の方法を用いる。

【0037】(半導体層) 半導体層203としては、薄膜太陽電池として一般に使用される公知の半導体物質を使用することができる。本発明に用いられる太陽電池素子の半導体層としては、例えばpIn接合非晶質シリコン層、pn接合多結晶シリコン層、 $CuInSe_2/CdS$ 等の化合物半導体層が挙げられる。上記半導体層の作製方法としては、半導体層が非晶質シリコン層の場合は、シランガス等の薄膜を形成する原材料ガスを、プラズマ放電を発生させるプラズマCVD等によって導入することにより作製することができる。また、半導体層がpn接合多結晶シリコン層の場合は、例えば溶液シリコンから薄膜を形成する方法がある。また、半導体層が $CuInSe_2/CdS$ の場合は、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、電析法等の方法で形成される。

【0038】(上部電極) 上部電極204は、半導体層で発生した起電力を取り出すための電極であり、下部電極202と対をなすためのものである。上部電極204は、アモルファスシリコンのようにシート抵抗が高い半導体の場合に必要であり、結晶系の太陽電池ではシート抵抗が低いため特に必要とはしない。また、上部電極2

04は、光入射側に位置するため、透明であることが必要で、透明電極と呼ばれることもある。上部電極204は、太陽や白色蛍光灯等からの光を半導体層内に効率よく吸収させるために光の透過率が85%以上であることが望ましく、さらに、電氣的には光で発生した電流を半導体層に対し横方向に流れるようにするためにシート抵抗値は100Ω/□以下であることが望ましい。このような特性を備えた材料としては、例えば $\text{SnO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{CdO}$ 、 $\text{CdSnO}_3$ 、ITO( $\text{In}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$ )などの金属酸化物が挙げられる。

【0039】

\*

表1

基体or層の名称／ 厚さ	形成した面
ステンレス基板／125μm	---
ZnO膜／50nm	シリコン基板
n型a-Si層／15nm	ZnO膜
i型a-Si層／400nm	n型a-Si層
p型a-Si層／10nm	i型a-Si層
ITO層／50nm	p型a-Si層

【0043】次に、ITOのエッチング材(例えばFeCl<sub>3</sub>)含有ペーストを、光起電力素子101の表面上へ、パターン103のようにスクリーン印刷した。その後、純水洗浄することにより、ITO層の一部を除去してエッチングライン103を形成し、表面電極と裏面電極の電氣的な分離を確実にした。

【0044】また、後述する表面電極と下部電極との絶縁を確実にするため、発電領域102と基板露出面とが隣接する部分に、厚み130μmのポリイミド絶縁性テープ104を貼付した。

【0045】さらに、ポリイミド絶縁性テープ104の表面上には、表面電極を取り出す導体として厚さ100μmの銅箔106が、耐熱性の両面テープ105により固定された。ここで銅箔としては福田金属製の硬質銅箔を使用し、耐熱製の両面テープとしては厚み50μmの住友3M製VHB9460テープを使用した。

【0046】一方、図1に示したワイヤー107は、直径100μmの銅ワイヤーに、予め導電性接着剤を塗布してから乾燥処理したものである。前記導電性接着剤には、顔料として粒径3〜5μmのカーボンブラックをアクリル樹脂中に分散させたものを用いた。

【0047】次に、前記導電性接着剤を銅ワイヤーに塗布する工程に関して、図3を用いて説明する。銅ワイヤ

\*【実施例】以下本発明の実施例を、図1〜図4を参照して説明する。

【0040】(実施例1)本実施例は、基体としてはステンレス基板を、光起電力素子としては非晶質シリコンを用いた場合であり、図1にその電極構造を示す。

【0041】図1(a)は、集電電極を形成した面を上から見た該略図である。図1(b)は、図1(a)におけるA-A'部分の断面図である。

【0042】図中の光起電力素子101は、表1に示した多層膜を有する構造体である。

ー301は、銅ワイヤーを送り出すリール302から前記導電性接着剤の入った容器303、ダイス304、IR炉305を経て、銅ワイヤーを巻き取るリール306で巻き取られた。この時、前記導電性接着剤は容器303の中に200cc入っており、ワイヤーの速度が1m/minで巻き取られるようにリールの速度が調整されている。銅ワイヤー301は、容器303を通過し、ダイス304により40〜50μmの膜厚で前記導電性接着剤が塗布された後、全長1mで内部温度が120℃に設定されたIR炉内で乾燥されたのち、上部リールに取られた。

【0048】以上の電極構成により、本実施例の非晶質シリコンの発電領域102でつくられた電力は、表面電極である前記導電性接着剤が塗布された銅ワイヤーにより集電され、前記銅ワイヤーに固定された前記硬質銅箔により外部に取り出される。また、裏面電極においては前記裏面反射層ZnO膜を介してステンレス基板より取り出される。

【0049】次に、前記線状の金属体と前記導体を接着する方法について述べる。線状の金属体としては、その全面にわたって上記の方法で予め導電性接着剤が塗布されたものが用いられる。図4は、図1に示した電極構造を作製する際に用いる装置である。この装置は、ホットブ

レス法により、線状の金属体を導体に固定するものである。プレス面401は、エアアシリンダーにより上下動でき、その内部には加熱源を有しており、またその表面には導熱性の緩衝剤402が張ってある。基板を載せる台403は、その内部にヒーターが内蔵されており基板加熱ができる。ここで用いた導熱性の緩衝剤は、フッ素ゴムとアラミド繊維布とを積層したものであり、ヤマウチ製タイプT-Bのクッション材を使用した。前記光起電力素子基板上に絶縁性テープ、耐熱性両面テープ、導体を形成する工程を経た基板を、前記プレス装置の200℃に加熱された台403上に搬入する。搬入後、図3の装置にて予め全面にホットメルト性の導電性接着剤を塗布された銅ワイヤーが布線される。その後、200℃に加熱されて緩衝材402が張ってあるプレス面にて、2kg/cm<sup>2</sup>の圧力で加熱加圧することにより、前記銅ワイヤーと前記硬質銅箔とは固定された。この工程に\*

表2

	光起電力素子A	光起電力素子B	光起電力素子C	光起電力素子D
効率η (%)	7.78	7.82	7.85	7.72
シリーズ抵抗 R <sub>s</sub> (Ω cm <sup>2</sup> )	30.3	24.6	27.6	27.9
シャント抵抗 R <sub>sh</sub> (kΩ cm <sup>2</sup> )	80.5	102.1	76.4	92.2

【0051】本例の光起電力素子Bは、前記銅ワイヤーと前記銅箔とが熱圧着のみで固定されている為、導電性および信頼性が心配される。しかし、従来の光起電力素子Aのシリーズ抵抗R<sub>s</sub>が30.3Ω cm<sup>2</sup>であるのに対して、本例の光起電力素子BのR<sub>s</sub>は24.6Ω cm<sup>2</sup>であった。シリーズ抵抗R<sub>s</sub>は、低いほど好ましいことから、本例にて示した構成の集電電極を持つ光起電力素子は、導電性については問題ないと判断される。また、本例の光起電力素子Bは、変換効率としても満足し得る7.82%が得られた。さらに、図6に示すような半田付け、あるいはペーストのスポット状塗布を施したものと同様に温度サイクルテストをした結果、本例の光起電力素子Bでも劣化率5%未満であったことから、長期信頼性も十分であることが確認できた。

【0052】以上の結果から、本発明による電極構造は簡易な工程で高い初期特性と長期信頼性が得られることが判明した。

【0053】(実施例2) 本実施例では、実施例1と以下の4点が異なる。

(1) 図1の部材104を、厚さ100μmの銅箔とした点。

\*要する時間は、搬入に2秒間、前記基板の加熱に5秒間、布線に3秒間、加圧加熱に3秒間である。その後、2秒間で取り出した。つまりこの工程は15秒程度で完了する。従来、ペーストのスポット状塗布工程と乾燥工程には、合わせて1時間程度を要した。従って、本例の製法方は従来のものに比べ生産性が高い。また、前記銅ワイヤーを光起電力素子の有効面に固定する際にも、予め銅ワイヤーにホットメルト性の導電性接着剤を塗布しておき、次に加熱加圧することで固定する方法を採用した。

【0050】さて、表2は、従来のペーストの印刷後に導体を取りつけた集電電極を持つ光起電力素子Aと、本例にて示した構成の集電電極を持つ光起電力素子Bに対して太陽電池として必要な諸特性評価をした結果である。尚、この結果は、30cm×30cmの光起電力素子にそれぞれの電極を形成したときの場合である。

(2) 図1の部材105を、直径100μmのアルミワイヤーに予め熱硬化性の導電性接着剤を30~50μm塗布しておいたものとした点。

(3) 熱硬化性の導電性接着剤として、ブチラール樹脂にブロックイソシアネートとカーボンフィラーとを分散させたものを用いた点。

(4) 集電電極をホットプレス機によって前記導体に固定する工程内の時間配分を変更し、その後ポストキュア工程を追加した点。

【0054】他の点は、実施例1と同様とした。

【0055】本実施例で用いた集電電極をホットプレス機によって前記導体に固定する工程の内容と必要時間は、基板搬入に2秒間、布線に3秒間、基板加熱に5秒間、加圧加熱に10秒間である。その後、2秒間で取り出した。また、その後のポストキュア工程とは、IRヒーターによる5秒間加熱である。

【0056】この方法により、前記アルミワイヤーと前記銅箔とが固定される。

【0057】本例の集電電極を有する光起電力素子Cにおいては、シリーズ抵抗R<sub>s</sub>が27.6Ω cm<sup>2</sup>、変換効率が7.85%という結果(表2)が得られた。すな

11

わち、図1の部材104や105などを変えても、ポストキュア工程を設けた場合には、電極構造を簡易な工程で作製でき、かつ高い初期特性が電氣的に得られることが確認された。さらに、図6に示すような半田付け、あるいはペーストのスポット状塗布を施したものと同様に温湿度サイクルテストをした結果、本例の光起電力素子Cでも劣化率5%未満であったことから、長期信頼性も十分あることが確認できた。

【0058】(実施例3) 本実施例では、実施例1と以下の4点が異なる。

(1) 図1の部材104を、厚さ1 $\mu$ m程度の鉛メッキを施した100 $\mu$ m厚のアルミ箔とした点。

(2) 図1の部材105を、直径100 $\mu$ mの銀ワイヤーに予め熱硬化性の導電性接着剤を40~50 $\mu$ m塗布しておいたものとした点。

(3) 熱硬化性の導電性接着剤として、ウレタン樹脂にブロックイソシアネートとグラファイト、ZnOを分散させたものを用いた点。

(4) 銀ワイヤーに熱硬化性の導電性接着剤を塗布する工程において、ワイヤーの速度とIR炉の設定温度を変更し、かつ集電電極をホットプレス機によって前記導体に固定する工程内の時間配分を変更した点。

【0059】他の点は、実施例1と同様とした。

【0060】本例で用いたワイヤーの速度は0.5m/minであり、IR炉の設定温度は145℃である。また、本例で用いた集電電極をホットプレス機によって前記導体に固定する工程の内容と必要時間は、基板搬入に2秒間、布線に3秒間、基板加熱に5秒間、加圧加熱に20秒間である。その後、2秒間で取り出した。

【0061】この方法により、前記銀ワイヤーと前記鉛メッキアルミ箔とが固定される。

【0062】本例の集電電極を有する光起電力素子Dにおいては、シリーズ抵抗Rsが27.9 $\Omega$ cm<sup>2</sup>、変換効率が7.72%という結果(表2)が得られた。すなわち、図1の部材104や105などを変えても、銀ワイヤーに熱硬化性の導電性接着剤を塗布する工程において、適当なワイヤーの速度とIR炉の設定温度を選択した場合に、電極構造を別な材料で作製でき、かつ高い初期特性が電氣的に得られることが確認された。さらに、図6に示すような半田付け、あるいはペーストのスポット状塗布を施したものと同様に温湿度サイクルテストをした結果、本例の光起電力素子Dでも劣化率5%未

12

満であったことから、長期信頼性も十分あることが確認できた。

【0063】

【発明の効果】

(請求項1) 以上説明したように、請求項1に係る発明によれば、線状の金属体を電極形成面に配置して硬化させるとき、外部出力用の導体も前記の導電性接着剤を用いて同時に固定することが可能となるため、図1の部材104や部材105、および熱硬化性の導電性接着剤などの選択の幅を広くとることが可能となる。その結果、電氣的な特性や長期的な信頼性を保ちながら、低コスト化を図ることが可能となる。

【0064】(請求項6) 請求項6に係る発明によれば、従来の集電電極と外部取り出し用電極とを接続する際、必要であった導電性接着剤の塗布および硬化作業が全て削愛できるため、作業工程を簡略化することができた。また、線状の金属体を電極形成面に配置して硬化させるとき、外部出力用の導体も前記の導電性接着剤を用いて同時に固定することが可能となるため、量産ライン化が容易に構築可能となる。その結果、低コストで、かつ柔軟な対応性を有する生産が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に係る電極構造の略図である。

【図2】実施例1に係る光起電力素子の略図である。

【図3】実施例1に係る線状の金属体に予め全長にわたって導電性接着剤を塗布する装置の略図である。

【図4】実施例1に係る線状の金属体を導体に導電性接着剤を用いて固定する装置の略図である。

【図5】従来例に係る光起電力素子モジュールの略図である。

【図6】従来例に係る光起電力素子モジュールの劣化率を示す図である。

【符号の説明】

101 光起電力素子、

104、509 絶縁性テープ、

106、507 パスバー導体電極、

107、506 集電電極、

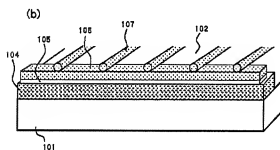
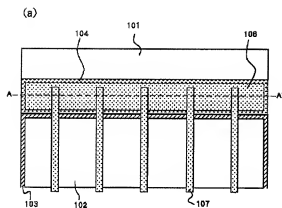
201、501 基板、

202、502 裏面電極層、

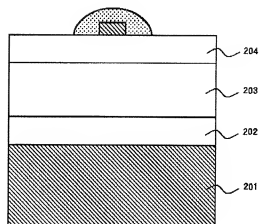
203、503 半導体層、

204、504 表面電極層。

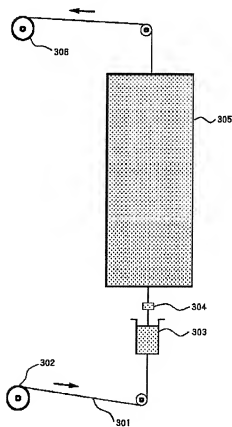
【図1】



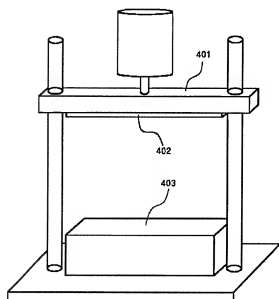
【図2】



【図3】

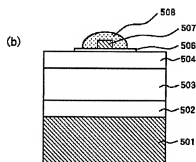
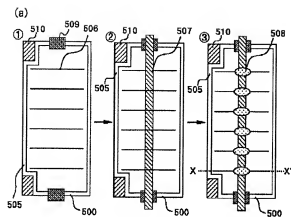


【図4】

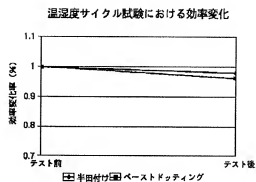




【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 藤崎 達雄

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
ン株式会社内